

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1 9 9 8 年 1 2 月 2 4 日

出 願 番 号
Application Number:

平成 1 0 年 特 許 願 第 3 6 6 1 6 1 号

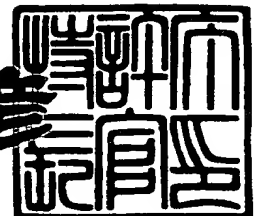
出 願 人
Applicant (s):

富士写真フイルム株式会社

1 9 9 9 年 9 月 1 7 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出 証 番 号 出 証 特 平 1 1 - 3 0 6 2 6 0 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 P24222J

【提出日】 平成10年12月24日

【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志 殿

【国際特許分類】 H04N 1/04
G03G 5/00

【発明の名称】 検出信号補正方法および装置並びにそれに使用する固体
検出器

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイ
ルム株式会社内

【氏名】 桑原 孝夫

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【住所又は居所】 神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代表者】 宗雪 雅幸

【代理人】

【識別番号】 100073184

【住所又は居所】 横浜市港北区新横浜 3 - 1 8 - 2 0 B E N E X S -
1 7 階

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳田 征史

【電話番号】 045-475-2623

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【住所又は居所】 横浜市港北区新横浜 3 - 1 8 - 2 0 B E N E X S
- 1 7 階

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐久間 剛

【電話番号】 045-475-2623

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814441

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 検出信号補正方法および装置並びにそれに使用する固体検出器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 可視光または放射線を検出する検出素子を多数有して成る固体検出器の前記各検出素子から出力された信号を補正する検出信号補正方法において、

前記各検出素子の出力信号の何れかが飽和レベルとなる光または放射線が前記固体検出器の各検出素子に照射されたとき、各出力信号の信号値の全てが、信号値として取り得る最大値となるように前記補正を行うことを特徴とする検出信号補正方法。

【請求項 2】 可視光または放射線を検出する検出素子を多数有して成る固体検出器の前記各検出素子から出力された信号を補正する検出信号補正方法において、

前記各検出素子の出力信号の何れもが飽和レベル以下となる光または放射線を前記固体検出器の各検出素子に照射したときの、前記各出力信号の内の最も大きい信号の値を求め、

前記各出力信号各々について、信号値が前記最も大きい信号の値以上となるように前記補正を行うことを特徴とする検出信号補正方法。

【請求項 3】 可視光または放射線を検出する検出素子を多数有して成る固体検出器の前記各検出素子から出力された信号を補正する検出信号補正装置において、

前記各検出素子の出力信号の何れかが飽和レベルとなる光または放射線を前記固体検出器の各検出素子に照射する照射手段と、

前記飽和レベルの照射時における、各出力信号の信号値の全てが、信号値として取り得る最大値となるように前記補正を行う補正手段を備えたことを特徴とする検出信号補正装置。

【請求項 4】 可視光または放射線を検出する検出素子を多数有して成る固体検出器の前記各検出素子から出力された信号を補正する検出信号補正装置にお

いて、

前記各検出素子の出力信号の何れもが飽和レベル以下となる光または放射線を前記固体検出器の各検出素子に照射する照射手段と、

前記飽和レベル以下の照射時における、前記各出力信号の内の最も大きい出力信号の値を求め、各出力信号各々について、信号値が前記最も大きい出力信号の値以上となるように前記補正を行う補正手段を備えたことを特徴とする検出信号補正装置。

【請求項 5】 可視光または放射線を検出する検出素子を多数有して成り、該各検出素子により検出された信号を出力する固体検出器において、

前記各検出素子の出力信号の何れかが飽和レベルとなる光または放射線が前記各検出素子に照射されたときの、各出力信号の信号値の全てが、信号値として取り得る最大値となるように、前記各検出素子から出力された信号を補正する補正手段を備えたことを特徴とする固体検出器。

【請求項 6】 可視光または放射線を検出する検出素子を多数有して成り、該各検出素子により検出された信号を出力する固体検出器において、

前記各検出素子の出力信号の何れもが飽和レベル以下となる光または放射線が前記各検出素子に照射されたときの、前記各出力信号の内の最も大きい出力信号の値を求め、各出力信号各々について、信号値が前記最も大きい出力信号の値以上となるように、前記各検出素子から出力された信号を補正する補正手段を備えたことを特徴とする固体検出器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体検出器から出力される検出信号の補正方法および装置並びにそれに使用される補正機能を有する固体検出器に関し、より詳細には、可視光を検出して画像信号を出力する CCD 撮像素子等の固体撮像素子や放射線を検出して画像信号を出力する放射線固体検出器などの固体検出器から出力される画像信号等を補正する装置および方法並びにこの補正機能を有する固体検出器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、可視光を検出して画像信号を出力するCCD撮像素子等の固体撮像素子が、ビデオカメラやデジタルスチルカメラ等に広く利用されている。この固体撮像素子は、光電変換素子が行列状に多数配置され、カラー用の場合にはさらに各光電変換素子上に色フィルタが重ねられたもので、可視画像を担持する画像信号を2次元マトリクス情報として出力するものである。

【0003】

また今日では、医療診断を目的とする放射線撮影において、放射線を検出して画像信号を出力する放射線固体検出器（半導体を主要部とするもの；以下単に「検出器」ともいう）が各種提案、実用化されている。この放射線固体検出器としては、種々のタイプのものが提案されているが、代表的なものとしては、薄膜トランジスタ（TFT）により画像情報を担持する蓄積電荷（「潜像電荷」ともいう）を読み出す光変換方式或いは直接変換方式の放射線固体検出器、並びに直接変換方式の一つであって、読取用の光を走査して読み出す改良型直接変換方式（「光読出し方式」ともいう）の放射線固体検出器がある。これら各方式については、実施の形態の項で説明する。

【0004】

上述した各種方式の放射線固体検出器は、何れも、固体検出素子が行列状に配列されて成り、放射線画像を担持する画像信号を2次元マトリクス情報として出力するものである。

【0005】

以下、可視光を検出して可視画像を担持する画像信号を2次元マトリクス情報として出力する固体撮像素子、および放射線を検出して放射線画像を担持する画像信号を2次元マトリクス情報として出力する放射線固体検出器を、まとめて「固体画像検出器」といい、2次元マトリクス情報に限定されず、例えば1次元情報を出力するものも含めて言う場合には「固体検出器」という。また、固体撮像素子を構成する光電変換素子および放射線固体検出器を構成する固体検出素子（後述する）等の各種素子を、まとめて「検出素子」という。

【0006】

ところで、上述した固体画像検出器を構成する各検出素子への入射光量或いは入射放射線量対出力信号値の特性（以下「入出力特性」という）には素子毎にバラツキがあり、固体画像検出器の全面に一様な放射線または光（以下代表して「一様放射線」という）を照射しても、固体画像検出器から出力される画像信号にバラツキが生じてしまう。

【0007】

この入出力特性のバラツキは、各検出素子の感度バラツキ、各検出素子の負荷容量のバラツキ、或いは各検出素子に接続され検出した画像信号を出力するための出力アンプのゲインやオフセット電圧のバラツキなど、様々な要因によって生じるものである。そして、このバラツキは画像信号に生じるノイズとなるものであり、このバラツキのある画像信号に基づいて画像出力すると、ノイズが含まれた、画質の低下した画像が出力されてしまう。

【0008】

そこで、この画像信号のバラツキを補正するために、固体画像検出器から出力される画像信号を補正する方法が提案されている（例えば、特開平7-72256号）。

【0009】

この画像信号補正方法は、放射線固体検出器を構成する検出素子（固体光検出素子）毎に、或いは所定数の検出素子からなる素子群毎に、放射線を照射しないとき（以下「暗時」という）の画像信号の値が0となるように補正するとともに、各検出素子に同量の放射線が照射されるように一様放射線を照射したとき（以下「明時」という）の画像信号が全ての検出素子または素子群について略同一となるように補正する補正值を求め、この補正值に基づいて、放射線検出器から出力された画像信号を補正するようにしたものである。そして、この補正の際に使用する補正值として、暗時の画像信号の値が0となるように補正するオフセット補正值と、明時の画像信号が全ての検出素子または素子群について略同一となるように補正するゲイン補正值を使用して補正するものである。これにより、画像信号に生じるノイズを抑え高画質の放射線画像を出力できるようにしている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記画像信号補正方法では、明時の補正後の値が、全ての検出素子または素子群について略一様となるように補正するとのみ記載され、どのような値を選定すべきかという具体的なものは開示されておらず、その値によっては、いずれかの検出素子から出力される画像信号が飽和するような放射線量の放射線が全ての検出素子に照射されたとき、ある画素は補正後に取り得る最大値に変換されるが、別の画素は最大値以下の値に変換され、結果として、補正後の画像信号にバラツキが生じてしまう、つまり補正が不十分であるという問題がある。

【0011】

例えば、暗時の画像信号値が50で明時の画像信号値が800である検出素子aの画像信号と、暗時の画像信号値が30で明時の画像信号値が900である検出素子bの画像信号とを、引例の補正方法にしたがって補正する場合について考える。各検出素子a, bから出力される画像信号の飽和値は何れも1000であるとする。また、補正後に取り得る画像信号の最大値も1000であるとする。

【0012】

まず、暗時の画像信号値が何れも0となるようにオフセット補正がおこなわれ、一方、明時の補正後の値が共に800になるようにゲイン補正したとする。つまり、検出素子aの画像信号は、800が800となるように変換し、検出素子bの画像信号は、900が800となるように変換する。

【0013】

ここで、各検出素子a, bから出力される画像信号が飽和するような放射線量の放射線が照射されたとき、検出素子aの画像信号は飽和値1000となり、補正後の値も補正後の最大値である1000となる。一方、検出素子bの画像信号は同じく飽和値1000となるが、補正後の値はおよそ900となり、補正後の画像信号値にバラツキを生じる。このバラツキをもった補正後の画像信号に基づいて画像出力すると、ある画素は飽和するが他の画素は飽和しないという症状、つまり飽和しない画素は粒子ノイズとして現れ、見にくい画像となってしまう。

【0014】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、検出素子の入出力特性のバラツキを補正するに際して、検出素子から出力される検出信号が飽和するような光量の光または放射線量の放射線が照射されたときに、補正後の信号にバラツキが生じないように補正する検出信号補正方法および検出信号補正装置、並びに検出信号補正方法を実現し得る（以下「補正機能を有する」という）固体検出器を提供することを目的とするものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明による第1の検出信号補正方法は、可視光または放射線を検出する検出素子を多数有して成る固体検出器の各検出素子から出力された信号を補正する検出信号補正方法であって、

各検出素子の出力信号の何れかが飽和レベル（飽和レベル近傍も含む。以下同様。）となる光または放射線が固体検出器の各検出素子に照射されたとき、各出力信号の信号値の全てが、信号値として取り得る最大値となるように補正を行うことを特徴とする。

【0016】

ここで、検出素子とは、半導体を主要部として成り、可視光や放射線を検出する素子であって、例えば上述した光電変換素子や固体検出素子等である。また「固体検出器」とは、前記検出素子を多数有して成る検出器であり、例えば上述した固体撮像素子や放射線固体検出器を言う。この固体検出器は1次元状のものであってもよいし2次元状のものであってもよい。以下同様である。

【0017】

本発明による第2の検出信号補正方法は、可視光または放射線を検出する検出素子を多数有して成る固体検出器の各検出素子から出力された信号を補正する検出信号補正方法であって、

各検出素子の出力信号の何れもが飽和レベル以下となる光または放射線を固体検出器の各検出素子に照射したときの、各出力信号の内の最も大きい信号の値を求め、

各出力信号各々について、信号値が最も大きい信号の値以上となるように補正を行うことを特徴とする。

【0018】

ここで「各検出信号の内の最も大きい検出信号の値」とは、検出素子の入出力特性が、光量または放射線量が増大するときに検出信号も大きくなる正特性を呈する場合における「各検出信号の内の最も大きい検出信号の値」を意味し、光量または放射線量が増大するときに検出信号が小さくなる負特性を呈する場合においては「各検出信号の内の最も小さい検出信号の値」と読み替えて、この場合には「各検出信号各々について、補正後の信号値が前記最も小さい検出信号の値以下となるように補正を行う」と読み替える。本発明は、上述のように入出力特性に応じて文言を読み替えることにより、検出信号の入出力特性が正特性を呈する場合だけでなく負特性を呈する場合も含む。

【0019】

本発明による第1の検出信号補正装置は、上記第1の検出信号補正方法を実現する装置、すなわち可視光または放射線を検出する検出素子を多数有して成る固体検出器の各検出素子から出力された信号を補正する検出信号補正装置であって

各検出素子の出力信号の何れかが飽和レベルとなる光または放射線を固体検出器の各検出素子に照射する照射手段と、

飽和レベルの照射時における、各出力信号の信号値の全てが、信号値として取り得る最大値となるように補正を行う補正手段を備えたことを特徴とするものである。

【0020】

本発明による第2の検出信号補正装置は、上記第2の検出信号補正方法を実現する装置、すなわち可視光または放射線を検出する検出素子を多数有して成る固体検出器の各検出素子から出力された信号を補正する検出信号補正装置であって

各検出素子の出力信号の何れもが飽和レベル以下となる光または放射線を固体検出器の各検出素子に照射する照射手段と、

飽和レベル以下の照射時における、各出力信号の内の最も大きい出力信号の値を求め、各出力信号各々について、信号値が最も大きい出力信号の値以上となるように補正を行う補正手段を備えたことを特徴とするものである。

【0021】

本発明による第1の固体検出器は、上記第1の検出信号補正機能を有する固体検出器、すなわち可視光または放射線を検出する検出素子を多数有して成り、該各検出素子により検出された信号を出力する固体検出器であって、

各検出素子の出力信号の何れかが飽和レベルとなる光または放射線が各検出素子に照射されたときの、各出力信号の信号値の全てが、信号値として取り得る最大値となるように、各検出素子から出力された信号を補正する補正手段を備えたことを特徴とするものである。

【0022】

本発明による第2の固体検出器は、上記第2の検出信号補正機能を有する固体検出器、すなわち可視光または放射線を検出する検出素子を多数有して成り、該各検出素子により検出された信号を出力する固体検出器であって、

各検出素子の出力信号の何れもが飽和レベル以下となる光または放射線が各検出素子に照射されたときの、各出力信号の内の最も大きい出力信号の値を求め、各出力信号各々について、信号値が最も大きい出力信号の値以上となるように、各検出素子から出力された信号を補正する補正手段を備えたことを特徴とするものである。

【0023】

【発明の効果】

本発明による第1の検出信号補正方法および装置、並びに該補正機能を有する固体検出器によれば、各検出信号の何れかが飽和レベル（以下「最大光量」または「最大放射線量」という）となる光または放射線が各検出素子に照射されたとき、各出力信号の信号値の全てが、信号値として取り得る最大値となるように補正を行うようにしたので、各検出素子の入出力特性にバラツキがあっても、検出素子の何れかに関して最大光量または最大放射線量となる条件で撮影された際の各検出素子の信号値が、補正後においては、全ての検出素子の補正後の信号値が

必ず補正後に取り得る最大値に変換されることになり、最大光量または最大放射線量で撮影された際の画像信号にバラツキが生じることがなく、品質のよい画像を提供することができるようになる。

【0024】

また、本発明による第2の検出信号補正方法および装置、並びに該補正機能を有する固体検出器によれば、各出力信号の何れもが飽和レベル以下となる光または放射線を固体検出器の各検出素子に照射したときの、各出力信号の内の最も大きい出力信号の値を求め、各出力信号各々について、信号値が前記最も大きい出力信号の値以上となるように補正を行うようにしたので、各出力信号のダイナミックレンジが略同じである限り（詳しくは後述する）、上述同様に、検出素子の何れかに関して最大光量または最大放射線量となる条件で撮影された際の各検出素子の信号値が、補正後においては、全ての検出素子の補正後の信号値が必ず補正後に取り得る最大値に変換されることになり、最大光量または最大放射線量で撮影された際の画像信号にバラツキが生じることがなく、品質のよい画像を提供することができるようになる。

【0025】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0026】

最初に、以下に説明する本発明の実施の形態において使用する上述した3つの方式の放射線固体検出器について説明する。なお、本発明は、この3つの方式の放射線固体検出器に限らず、半導体を主要部として成り、可視光や放射線を検出する素子を多数配列することにより構成された固体検出器であればどのようなものを使用してもよい。例えば放射線を検出して画像信号を出力する他の方式の放射線固体検出器や、可視光を検出して画像信号を出力するCCD撮像素子等の固体撮像素子等を使用してもよい。またこの固体検出器は1次元状のものであってもよいし2次元状のものであってもよい。

【0027】

光変換方式の放射線固体検出器とは、絶縁基板上に夫々が画素に対応する複数

個の検出素子としての光電変換素子（検出電荷を蓄積する機能を有する）を２次元状に形成した２次元画像読取部と、この２次元画像読取部上に形成された画像情報を担持する放射線が照射されると画像情報を担持する可視光に変換する蛍光体層（「シンチレータ」ともいう）を積層して成るものである。この方式の放射線固体検出器から画像情報を担持する蓄積電荷（潜像電荷）を検出信号として読み出すに際しては、各光電変換素子と接続されたＴＦＴにより各光電変換素子を走査駆動する。

【 0028】

この光変換方式の放射線固体検出器としては、例えば特開昭59-211263号、特開平2-164067号、PCT国際公開番号WO92/06501号、Signal, noise, and read out considerations in the development of amorphous silicon photodiode arrays for radiotherapy and diagnostic x-ray imaging, L.E. Antonuk et.al, University of Michigan, R.A. Street Xerox, PARC, SPIE Vol.1443 Medical Imaging V: Image Physics(1991), p.108-119 等が提案されている。

【 0029】

次に直接変換方式の放射線固体検出器とは、絶縁基板上に夫々が画素に対応する複数の電荷収集電極を２次元状に形成した２次元画像読取部と、この２次元画像読取部上に形成された画像情報を担持する放射線が照射されると前記画像情報を担持する電荷を発生する放射線導電体とを積層して成るものである。この方式における検出素子は、電荷収集電極と放射線導電体を主要部とするものである。そして、この方式の放射線固体検出器から画像情報を担持する蓄積電荷（潜像電荷）を検出信号として読み出すに際しては、上述した光変換方式のものと同様に、各検出素子と接続されたＴＦＴにより各検出素子を走査駆動する。

【 0030】

この直接変換方式の放射線固体検出器としては、例えば、(i) 放射線の透過方向の厚さが通常のものより10倍程度厚く設定されたもの (MATERIAL PARAMETERS IN THICK HYDROGENATED AMORPHOUS SILICON RADIATION DETECTORS, Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, Berkeley, CA 94720 Xerox Parc, Palo Alto, CA 94304)、あるいは(ii)放射線の透過方向に、金属板を介して２つ以

上積層されたもの(Metal/Amorphous Silicon Multilayer Radiation Detectors, IEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE.VOL.36.NO.2.APRIL 1989)、あるいは(i ii) CdTe等を使用したもの(特開平1-216290号)等が提案されている。

【0031】

次に改良型直接変換方式の放射線固体検出器とは、本願出願人が特願平10-232824号において提案したもの、すなわち直接変換方式の一つであって読取用の電磁波(例えば可視光等)を走査して読み出す方式のもので、記録用の放射線に対して透過性を有する第1の導電体層、該第1の導電体層を透過した記録用の放射線の照射を受けることにより光導電性(正確には放射線導電性)を呈する記録用光導電層、第1の導電体層に帯電される電荷と同極性の電荷に対しては略絶縁体として作用し、かつ、該電荷と逆極性の電荷に対しては略導電体として作用する電荷輸送層、読取用の電磁波の照射を受けることにより光導電性(正確には電磁波導電性)を呈する読取用光導電層、読取用の電磁波に対して透過性を有する第2の導電体層を、この順に積層して成るものであり、記録用光導電層と電荷輸送層との界面に、画像情報を担持する潜像電荷を蓄積するものである。第1の導電体層および第2の導電体層は電極として機能するものである。また、この方式における検出素子は、記録用光導電層、電荷輸送層および読取用光導電層を主要部とするものである。

【0032】

なお、この改良型直接変換方式の放射線固体検出器において潜像電荷を読み出す、すなわち潜像電荷が担持する静電潜像を読み出す方式としては、第2の導電体層(以下「読取電極」という)を平板状のものとし、この読取電極側にレーザ等のスポット状の読取光を走査して潜像電荷を検出する方式と、読取電極をクシ歯状のストライプ状電極とし、ストライプ状電極の長手方向と略直角な方向に延びたライン光源を該ストライプ状電極の長手方向に走査して潜像電荷を検出する方式がある。

【0033】

以下、本発明による検出信号補正方法を実現する検出信号補正装置の第1の実施の形態について説明する。

【0034】

図1は本発明による検出信号補正装置の一実施の形態としての画像信号補正装置10を放射線固体検出器1と共に示した図、図2は画像信号補正装置10を用いた画像信号読出システムの全体構成を表す図である。図示するように、画像信号補正装置10は、照射された放射線を可視光に変換するシンチレータ3と2次元画像読取部2とから構成された光変換方式の放射線固体検出器1と接続されているものである。また、この画像信号補正装置10は、照射手段としてのX線源4を備え（図2参照）、さらに被写体6の放射線を可視画像として出力する再生手段8と接続されている。再生手段8としては、CRT等の電子的に表示するもの、CRT等に表示された放射線画像をビデオプリンタ等に記録するものなど種々のものを採用することができる。また、被写体6の放射線画像は磁気テープ、光ディスク等に記録保存するようにしてもよい。

【0035】

図1に示すように、検出器1の2次元画像読取部2は、不図示のシンチレータにより変換された可視光を検出し、この可視光を被写体の放射線画像を担持するアナログ値の検出信号（以下、本例においては「画像信号」という）S0に光電変換する光電変換部22とこの光電変換部22により変換された信号電荷（画像信号）を一時的に蓄電するコンデンサ23とからなる検出素子としての光電変換素子24を2次元状に多数配して成るものである。

【0036】

2次元画像読取部2には、図1の縦方向に並ぶ各光電変換素子24から出力される各画像信号S0を増幅するための出力アンプ25が縦列分設けられており、さらに各光電変換素子24から出力される各画像信号S0を一旦蓄電しておくための負荷容量26が縦列分設けられている。

【0037】

図1に示すように、光電変換素子24には、コンデンサ23に蓄電した信号電荷を転送するTFTから成る転送部21が接続されている。各転送部21の出力は信号線27aに接続されており、信号線27aは図1の縦方向に延在して出力アンプ25と接続され、また負荷容量26を介してマルチプレクサ28と接続さ

れている。一方、各転送部 21 のゲートは走査線 27b に接続されており、走査線 27b は図 1 の横方向に延在して走査パルス発生器 29 と接続されている。なお、光電変換素子 24 のカソード側は内部電源 VB と接続されている。

【0038】

このように信号線 27a および走査線 27b は転送部 21 としての薄膜トランジスタ (TFT) と接続され、マルチプレクサ 28 および走査パルス発生器 29 による走査制御にしたがって、所定画素に対応する光電変換素子 24 の画像信号 S1 が出力アンプ 25 を介して出力されるようになっている。

【0039】

一方、画像信号補正装置 10 は、検出器 1 から出力された画像信号 S1 のオフセットを調整するためのオフセット調整手段 11 と、オフセット調整された画像信号 S2 のゲインを調整するためのゲイン調整手段としてのオートゲインコントロールアンプ (以下「AGC アンプ」という) 12 と、AGC アンプ 12 から出力された画像信号 S3 を対数変換する対数変換手段 13 と、対数変換された画像信号 S4 をデジタル画像信号 D1 に変換する A/D 変換器 14 と、A/D 変換された画像信号 D1 を一旦記憶するフレームメモリ 15 とを有して成るものである。さらに、検出器 1 から出力された画像信号 S1 のオフセットとゲインを調整するための補正値を記憶し、この補正値をオフセット調整手段 11 と AGC アンプ 12 に入力するための補正テーブル 16 を有する。オフセット調整手段 11, AGC アンプ 12 および補正テーブル 16 とで、本発明の補正手段 17 が構成される。

【0040】

次にこの画像信号補正装置 10 の作用について説明する。

【0041】

まず、X線源 4 から X線 5 を出射しない状態、すなわち「暗時」において検出器 1 から画像信号 S1 を読み出す。すなわち、図 1 に示す、走査パルス発生器 29 から図 1 の横方向に一行に並ぶ各光電変換素子 24 に転送パルスが送られ、最も上側の列の各光電変換素子 24 のスイッチが「入」状態となる。これにより最も上側の列の光電変換素子 24 の信号電荷はマルチプレクサ 28 に同時に送られ

、負荷容量26に一旦蓄電される。次いで、出力アンプ25のスイッチを入れることにより、負荷容量26に蓄電された信号電荷が出力され、出力アンプ25により増幅されて検出器1から画像信号S1として出力される。

【0042】

検出器1から出力された画像信号S1は、オフセット調整手段11、AGCアンプ12を通過して、対数変換手段13、A/D変換器14により対数変換され、デジタル信号に変換され、フレームメモリ15に入力される。この操作を、検出器1を構成する各光電変換素子24の縦方向に並ぶすべてのライン毎に行い、各ライン毎の画像信号S1を得る。

【0043】

ここで検出器1から出力された暗時の画像信号S1においては、検出器1にX線5は照射されていないために、画像信号S1の値は何れの光電変換素子24から出力されたも0となるはずである。しかしながら、各光電変換素子24の感度の違い、出力アンプ25のオフセット電圧のばらつきによる誤差のために、全ての画像信号S1の値が0となるとは限らない。このため、X線5を照射しない状態において、検出器1を構成する光電変換素子24の各ライン毎に出力された光電変換素子24の各画像信号S1の値をオフセット補正值としてフレームメモリ15から補正テーブル16に入力する。このような処理を、最も上の列から最も下の列へと順次繰り返して、各ライン毎の各光電変換素子24毎のオフセット補正值を補正テーブル16に記憶する。

【0044】

次いで、上述したオフセット補正值をオフセット調整手段11に入力してオフセットを0にした状態でX線源4からX線5を出射し、検出器1に所定放射線量のX線5を一様に照射した状態において、検出器1から画像信号S1を読み出す。すなわち、前述したX線5を照射していない暗時の状態と同様に、検出器1を構成する各光電変換素子24の図示横方向に並ぶ一ラインの光電変換素子24毎に画像信号S0が読み出される。読み出された画像信号S1は、オフセット調整手段11において前述したオフセット補正值によりオフセットが補正されて、AGCアンプ12を通過し、対数変換手段13により対数変換され、A/D変換器

14によりデジタル信号D1に変換され、フレームメモリ15に入力される。なお、上記において「検出器1に所定放射線量のX線5を一様に照射」するに際しては、どのような方法を使用してもよい。例えば、検出器1の全面に所定放射線量のX線5を一度に照射してもよいし、所定放射線量のX線5で検出器1の全面を走査してもよい。

【0045】

ここで、X線5を一様に照射した状態において、検出器1から出力された画像信号S1においては、各ライン毎に出力された画像信号S1の値は一定となるはずであるが、上述したような各光電変換素子24の感度の違い、出力アンプ25のゲインやオフセット電圧のばらつき、さらには負荷容量26の誤差のために各ライン毎そして各光電変換素子24毎に異なるものとなってしまう。そこで、フレームメモリ15に入力された各光電変換素子24毎の画像信号D1のばらつきを求め、このばらつきに基づいて、各光電変換素子24毎の画像信号D1が一定となるようなゲイン補正值が求められる。求められたゲイン補正值は補正テーブル16に入力される。このような処理を、最も上の列から最も下の列へと順次繰り返して、各ライン毎の各光電変換素子24毎のゲイン補正值を補正テーブル16に記憶する。

【0046】

ここで、各ライン毎の各光電変換素子24毎の画像信号S3が一定となるようなゲイン補正值を求めるに際しては、各光電変換素子24の画像信号S1の何れかが飽和レベルまたは飽和レベル近傍となる放射線量すなわち最大放射線量の放射線が検出器1の全ての光電変換素子24に照射されたとき、各画像信号S1の補正後の信号値S3の全てが、補正後の信号値として取り得る最大値となるようにする。このために、上述したオフセットを0にした状態で検出器1に一様なX線5を照射するに際しては、照射手段としてのX線源4により最大放射線量の放射線を全ての光電変換素子24に一様に照射し、すなわち被写体6を介することなく照射し、この状態において検出器1から画像信号S1を読み出して、各画像信号S1の補正後の信号値S3の全てが、補正後の信号値として取り得る最大値となるようなゲイン補正值を求める。

【0047】

このようにして、オフセット補正值およびゲイン補正值が求められ、補正テーブル16に記憶された後に、被写体6のX線画像の撮影が行われる。すなわち図2に示すように、X線源4より発せられたX線5は被写体6に照射され、被写体6を透過する。被写体6を透過したX線5は検出器1に照射される。検出器1に照射されたX線5はシンチレータ3に照射され可視光に変換される。変換された可視光は検出器1を構成する各光電変換素子24の光電変換部22により受光され、光電変換部22において信号電荷が発生される。このようにして、各光電変換素子24において可視光の発光輝度、すなわち入射した放射線のエネルギーに比例した信号電荷が発生し、転送部21に蓄電される。

【0048】

次いで、フレームメモリ15からアドレス信号Aが、走査パルス発生器29および出力アンプ25に送られ、各ライン毎の信号電荷が読み出される。すなわち、走査パルス発生器29から最も上の列の各光電変換素子24に転送パルスが送られ、最も上の列の各光電変換素子24のスイッチは「入」状態となり、光電変換部22で発生した信号電荷は転送部21を通じて転送される。これにより、最も上の列の各光電変換素子24の信号電荷はマルチプレクサ28に同時に送られる。マルチプレクサ28からは最も上の列のアナログ電気信号（画像信号）S1が取り出され、一旦負荷容量26に蓄電された後に出力アンプ25により増幅されて検出器1から出力される。これを最も上の列から最も下の列まで時系列的に繰り返すことで、各列毎の各光電変換素子24からのアナログ画像信号S1が検出器1から時系列的に出力される。

【0049】

一方、フレームメモリ15からは、補正テーブル16にもアドレス信号Aが送られており、検出器1から各ライン毎に出力された画像信号S1は、オフセット調整手段11において補正テーブル16に記憶されている各ライン毎のオフセット補正值により、まずオフセットの補正がなされる。次いで、オフセットの補正がなされた画像信号S2は、AGCアンプ12において、補正テーブル16に記憶されている各ライン毎のゲイン補正值により、ゲインの補正がなされる。この

ようにオフセットおよびゲインの補正がなされた画像信号 S 3 は対数変換手段 13 において対数変換され、A/D 変換器 14 においてデジタル信号 D 1 に変換され、フレームメモリ 15 に入力される。この処理を各ライン毎に行い、これにより被写体 6 の放射線画像情報を担持するデジタル値の画像信号 D 1 がフレームメモリ 15 に記憶される。

【0050】

次いでフレームメモリ 15 から補正済の画像信号 D 2 が出力され、図 2 に示す再生手段 8 において可視像として再生される。

【0051】

このように、本発明による画像信号補正装置は、検出器 1 を構成する各光電変換素子 24 の各ライン毎にオフセットおよびゲインを調整するようにしたため、各ライン毎の各光電変換素子 24 毎の出力の相違に基づくライン状のノイズの発生を防止することができ、S/N の良好な高画質の画像を得ることができる。

【0052】

また、最大放射線量の放射線が各光電変換素子 24 に照射されたとき、各画像信号の補正後の信号値 S 3 の全てが、補正後の信号値として取り得る最大値となるようなゲイン補正值に基づいてゲインの補正を行うようにしたので、各光電変換素子 24 の感度の違い、出力アンプ 25 のゲインやオフセット電圧のバラツキ、さらには負荷容量 26 のバラツキ（これらをまとめて「光電変換素子 24 の入出力特性のバラツキ」という）があっても、光電変換素子 24 の何れかに関して最大放射線量となる条件で撮影された際の各光電変換素子 24 の画像信号値 S 1 が、補正後においては、全ての光電変換素子 24 の補正後の画像信号値 S 3 が必ず補正後に取り得る最大値以上の値に変換されることになり、最大放射線量で撮影された際の補正済画像信号 S 3（S 4，D 1，D 2 も同様）にバラツキが生じることがなく、品質のよい画像を提供することができるようになる。

【0053】

次に、本発明による検出信号補正方法を実現する検出信号補正装置の第 2 の実施の形態について説明する。上記の画像信号補正装置 10 は、オフセット調整手段 11 において先ずオフセットの補正を行った後に、AGC アンプ 12 において

ゲインの補正を行うようにしたものであるが、本発明はこれに限らず、補正テーブル 16 に記憶されているオフセット補正值とゲイン補正值の 2 つの補正值に基づいてオフセットとゲインの補正を同時に行うようにしてもよい。図 3 はこの態様による画像信号補正装置 30 の構成を示す図である。なお図 3 においては、図 1 に示す画像信号補正装置 10 と同一構成の部分については同一番号を付して示し、ここでは詳細な説明は省略する。

【0054】

図 3 に示すように、この画像信号補正装置 30 は、補正テーブル 16 に記憶されているオフセット補正值とゲイン補正值の 2 つの補正值に基づいて検出器 1 から出力された画像信号 S1 のオフセットとゲインの補正を同時に行う調整手段 18 を備えてなるものである。補正テーブル 16 と調整手段 18 とで本発明の補正手段 19 が構成される。

【0055】

まず、前述した画像信号補正装置 10 と同様に、検出器 1 を構成する各光電変換素子 24 の図示横方向に並ぶ各ライン毎の各光電変換素子 24 のオフセット補正值およびゲイン補正值が求められ、補正テーブル 16 に記憶される。

【0056】

次いで、画像信号補正装置 10 と同様に、X線源 4 より発せられた X線 5 は被写体 6 に照射され、被写体 6 を透過する。被写体 6 を透過した X線 5 は検出器 1 に照射される。検出器 1 に照射された X線 5 はシンチレータ 3 に照射され可視光に変換される。変換された可視光は検出器 1 を構成する各光電変換素子 24 により受光されて光電変換される。この際フレームメモリ 15 からアドレス信号 A が走査パルス発生器 29 および出力アンプ 25 に送られ、各ライン毎に画像信号 S1 が出力される。

【0057】

一方、フレームメモリ 15 からは、前述した例と同様に、補正テーブル 16 にもアドレス信号 A が送られており、検出器 1 から各ライン毎に出力された画像信号 S1 は、補正手段 19 において、オフセットおよびゲインの補正がなされる。すなわち、調整手段 18 において補正テーブル 16 に記憶されたオフセット補正

値およびゲイン補正值により、オフセットとゲインの値を適正な値に変換する信号変換テーブルが作成され、このテーブルに基づいて、各ライン毎に検出器 1 から出力された画像信号 S 1 が補正され画像信号 S 3 が出力される。

【0058】

このように補正がなされた画像信号 S 3 は、対数変換等が成された後にフレームメモリ 15 に入力され、補正画像信号 D 2 として不図示の再生手段に入力され、この再生手段において可視像として再生される。

【0059】

次に、本発明による検出信号補正方法を実現する検出信号補正装置の第 3 の実施の形態について説明する。この画像信号補正装置 40 は、各画像信号の何れもが飽和レベル以下となる放射線量（以下単に「飽和レベル以下の放射線量」という）を検出器 1 の各光電変換素子 24 に照射したときの、各画像信号 S 1 の内の最も大きい画像信号の値（以下「最大検出値 Dmax」という）を求め、各画像信号各々について、補正後の信号値が最大検出値 Dmax 以上となるように補正を行うようにした点で、上記第 1 の形態の画像信号補正装置 10 或いは 30 とは異なる。図 4 はこの態様による画像信号補正装置 40 の構成を示す図である。なお図 4 においては図 1 に示す画像信号補正装置 10 と同一構成の部分については同一番号を付して示し、ここでは詳細な説明は省略する。

【0060】

図 4 に示すように、この画像信号補正装置 40 は、画像信号補正装置 10 の補正手段 17 を補正手段 41 としたのみで、その他の構成は上記画像信号補正装置 10 と同じである。上記補正手段 17 は、各画像信号 S 3 が一定となるようなゲイン補正值を求めるに際して、最大放射線量の放射線が検出器 1 の全ての光電変換素子 24 に照射されたとき、各画像信号 S 1 の補正後の信号値 S 3 の全てが、補正後の信号値として取り得る最大値となるようにゲイン補正值を求めるものであるが、補正手段 41 は、飽和レベル以下の放射線量の放射線を検出器 1 の各光電変換素子 24 に照射したときの、各画像信号 S 1 の内の最も大きい画像信号の値、すなわち最大検出値を求め、各画像信号 S 1 各々について、補正後の信号値が最大検出値以上となるゲイン補正值を求めるものである。

【0061】

以下、補正手段41の作用について詳細に説明する。

【0062】

補正後の信号値が最大検出値 D_{max} 以上となるゲイン補正値を求めるに際しては、飽和レベル以下の放射線量の放射線を検出器1の各光電変換素子24に照射し、この状態すなわち「明時」において検出器1から各画像信号 $S1$ を読み出して、各画像信号 $S1$ の内の最も大きい画像信号の値、すなわち最大検出値 D_{max} を求め、各画像信号各々について、補正後の信号値が最大検出値 D_{max} 以上となるゲイン補正値を求める。以下、具体的に説明する。

【0063】

図5は、X線源4からX線5を出射しない暗時と飽和レベル以下の放射線量の放射線を照射する明時とにおいて、検出器1から各画像信号 $S1$ を読み出したときの、画像信号 $S1$ のヒストグラムを示す。図5に示すように、光電変換素子24の入出力特性のバラツキのために、暗時および明時の何れにおいても、信号値にバラツキをもっている。

【0064】

補正手段41の最大検出値取得手段42が、明時の正常画素の最大検出値 D_{max} を求める（図5参照）。この最大検出値 D_{max} を規定する画素を、以下「最大値検出画素」という。

【0065】

次に補正手段41は、各画素、すなわち各光電変換素子24の画像信号 $S1$ に対して、補正後の各画像信号 $S3$ が、全て、

$$S1（暗時） \rightarrow S3（暗時） = 0$$

$$S1（明時） \rightarrow S3（明時） = D_{max}$$

に変換されるような写像（関数、変換テーブルなど）を作成する。

【0066】

例として、画像信号対放射線量が1次関数で表される場合を考える。この場合には、各画像信号 $S1$ の補正関数が、

$$D'（x，y） = A（x，y） \times D（x，y） + B（x，y）$$

で表され、暗時および明時の両画像信号から $A(x, y)$ および $B(x, y)$ を決定することに相当する。ここで (x, y) は画素番号を示し、 x は主走査方向の画素番号、 y は副走査方向の画素番号である。 $D(x, y)$ は画素番号 (x, y) の画像信号 S_1 の値である。同じく、 $D'(x, y)$ は補正後の画像信号 S_3 の値、 $A(x, y)$ はゲイン補正值、 $B(x, y)$ はオフセット補正值である。もちろん、1 次関数に限らず、2 次関数など高次関数を使用することもできる。

【0067】

上述のように 1 次関数で表される場合、 S_1 (暗時) $\rightarrow S_3$ (暗時) = 0、 S_1 (明時) $\rightarrow S_3$ (明時) = D_{\max} であるから、

$$0 = A(x, y) \times D(\text{暗})(x, y) + B(x, y)$$

$$D_{\max} = A(x, y) \times D(\text{明})(x, y) + B(x, y)$$

である。ここで、 $D(\text{暗})(x, y)$ は暗時の画像信号 S_1 の値であり、 $D(\text{明})(x, y)$ は、明時の画像信号 S_1 の値である。

【0068】

これより、 $A(x, y)$ および $B(x, y)$ は、下記式、

$$A(x, y) = D_{\max} / (D(\text{明})(x, y) - D(\text{暗})(x, y))$$

$$B(x, y) = D_{\max} \times D(\text{暗})(x, y) / (D(\text{暗})(x, y) - D(\text{明})(x, y))$$

によって求めることができる。

【0069】

このようにして求めた各光電変換素子 24 毎のオフセット補正值 $B(x, y)$ およびゲイン補正值 $A(x, y)$ を補正テーブル 16 に記憶する。

【0070】

次いで、画像信号補正装置 10 と同様に、X 線源 4 より発せられた X 線 5 は被写体 6 に照射され、被写体 6 を透過する。被写体 6 を透過した X 線 5 は検出器 1 に照射される。検出器 1 に照射された X 線 5 はシンチレータ 3 に照射され可視光に変換される。変換された可視光は検出器 1 を構成する各光電変換素子 24 により受光されて光電変換される。この際フレームメモリ 15 からアドレス信号 A が

走査パルス発生器 29 および出力アンプ 25 に送られ、各ライン毎に画像信号 S1 が出力される。

【0071】

一方、フレームメモリ 15 からは、前述した例と同様に、補正テーブル 16 にもアドレス信号 A が送られており、検出器 1 から各ライン毎に出力された画像信号 S1 は、補正手段 41 において、オフセットおよびゲインの補正がなされる。すなわち、調整手段 43 において補正テーブル 16 に記憶されたオフセット補正值 B (x, y) およびゲイン補正值 A (x, y) により、信号変換テーブルが作成され、このテーブルに基づいて、各ライン毎に検出器 1 から出力された画像信号 S1 が補正され画像信号 S3 が出力される。

【0072】

ここで前述のようにして求めたゲイン補正值 A (x, y) に基づいてゲイン補正を行うようにすれば、明時における放射線量以上の放射線量の放射線が検出器 1 に照射されたときの補正後の各画像信号 S3 の値は、各画像信号 S1 のダイナミックレンジが十分ある限り（後述参照）、最大値検出画素の画像信号 S1 が飽和するまでは、全て最大値検出画素の補正後の画像信号 S3 max に変換され、また最大値検出画素の画像信号 S1 が飽和したときは、全画素の補正後の画像信号の値が同時に補正後の最大値となるので、光電変換素子 24 の入出力特性にバラツキがあっても、補正済画像信号 S3 (S4, D1, D2 も同様) にバラツキが生じることがない。

【0073】

例えば、画像信号の飽和値が何れも 1000 であって、明時の画像信号値が 800 である光電変換素子 a と画像信号値が 900 である光電変換素子 b について、補正後に取り得る画像信号の最大値を 1000 とした場合を考える。なお、暗時の値は何れも 0 であるとする。

【0074】

この例では、光電変換素子 b を最大値検出画素として、先ず明時の補正後の値が共に 900 になるようにゲイン補正が行われる。つまり、光電変換素子 a の画像信号は、800 が 900 となるように変換し、光電変換素子 b の画像信号は、

900が900となるように変換する。

【0075】

ここで光電変換素子 a, b から出力される画像信号の何れかが略飽和するような放射線量の放射線が照射されたとき、例えば光電変換素子 b の画像信号が飽和値 1000 直前の 990 となる量（明時の 1.1 倍）の放射線が照射されたとき、光電変換素子 b の補正後の値は補正後の最大値である 1000 近傍の 990（明時の補正後の値の 1.1 倍）となる。また光電変換素子 a の画像信号は 880（明時の 1.1 倍）となり、補正後の値は 990（明時の補正後の値の 1.1 倍）となり、補正後の両画像信号の値にバラツキを生じない。

【0076】

したがって、補正手段 41 における上述した補正方法によってゲイン補正を行うようにすれば、光電変換素子 24 の入出力特性にバラツキがあっても、補正済画像信号 S3 にバラツキが生じることがなく、品質のよい画像を提供することができるようになる。

【0077】

上記において「各画像信号 S1 のダイナミックレンジが十分ある限り」としたのは、最大値検出画素の検出信号 S1 が飽和する以前に他の画素の画像信号 S1 が飽和するようなときには、他の画素の補正後の画像信号 S3 が補正後の最大値以下の値で飽和してしまい、上記のような補正を行っても、補正済画像信号 S3 にバラツキが生じてしまうからである。なお、このような場合には、上述した画像信号補正装置 10 または 30 による補正方法を適用することにより解決することができるのは言うまでもない。

【0078】

なお、上記説明では、何れも、検出器 1 に X 線 5 を照射していない場合、すなわち暗時における光電変換素子 24 の入出力特性のバラツキを補正するためにオフセットの補正を行うようにしているが、本発明はこのオフセット補正を必ずしも必要とするものではなく、ゲインの補正を行うのみで本発明の目的を達成し得るものである。ただし、上述したようにオフセット補正を行うようにすれば、全ての画素について、補正後の信号値が 0 から最大値まで適正に補正されるように

なるので好ましい。

【0079】

また上述した説明は、何れも、放射線固体検出器に何も照射しないときの暗時の画像信号、および検出器に最大放射線量の放射線或いは飽和レベル以下の放射線量の放射線を照射した場合の画像信号に基づいて、オフセット補正值およびゲイン補正值を求めて、補正テーブルに記憶せしめるようにしたものであるが、検出器のオフセット補正值およびゲイン補正值を画像信号補正装置上ではなく、本装置とは別個に求め、この別個に求められた各補正值を予め補正テーブルに記憶しておき、これに基づいて検出器から出力される画像信号の補正を行うようにしてもよい。

【0080】

さらにまた、上述した実施の形態におけるX線源を除く部分、より詳細には本発明による補正手段の部分を固体検出器と一体にして、好ましくはさらに対数変換手段13、A/D変換器14およびフレームメモリ15を一体にして、補正機能を備えた固体検出器とすることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態による画像信号補正装置を放射線固体検出器と共に示した図

【図2】

本発明による画像信号補正装置を用いた画像信号読出システムを表す図

【図3】

本発明の第2の実施の形態による画像信号補正装置を放射線固体検出器と共に示した図

【図4】

本発明の第3の実施の形態による画像信号補正装置を放射線固体検出器と共に示した図

【図5】

暗時と明時とにおいて、検出器から各画像信号を読み出したときの画像信号の

ヒストグラムを示す図

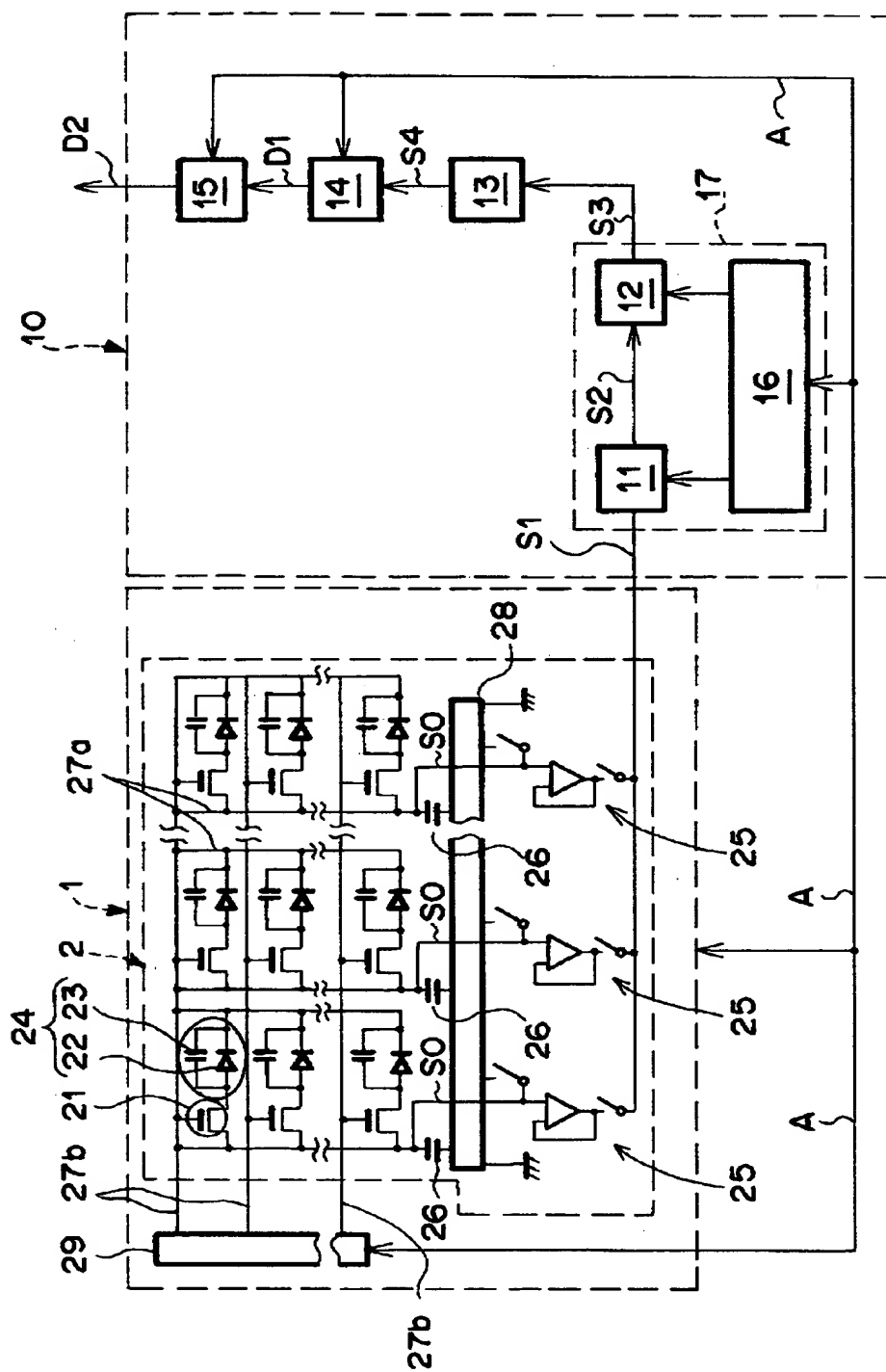
【符号の説明】

- 1 放射線固体検出器
- 2 2次元画像読取部
- 3 シンチレータ
- 4 X線源（照射手段）
- 5 X線
- 6 被写体
- 8 再生手段
- 10, 30, 40 画像信号補正装置
- 11 オフセット調整手段
- 12 AGCアンプ
- 13 対数変換手段
- 14 A/D変換器
- 15 フレームメモリ
- 16 補正テーブル
- 17, 19, 41 補正手段
- 18 調整手段
- 24 検出素子としての光電変換素子
- 42 最大検出値取得手段
- 43 調整手段
- S1～S4, D1, D2 画像信号

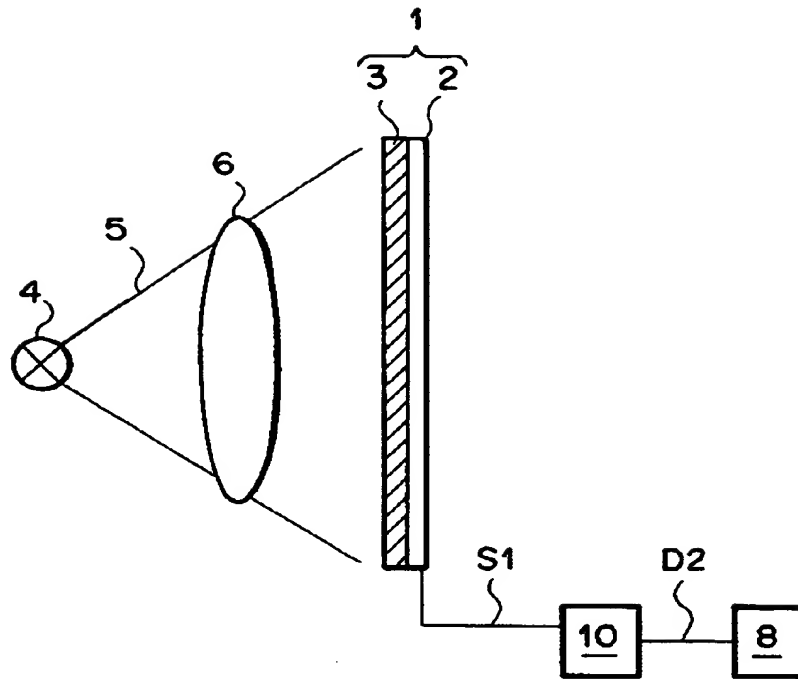
【書類名】

図面

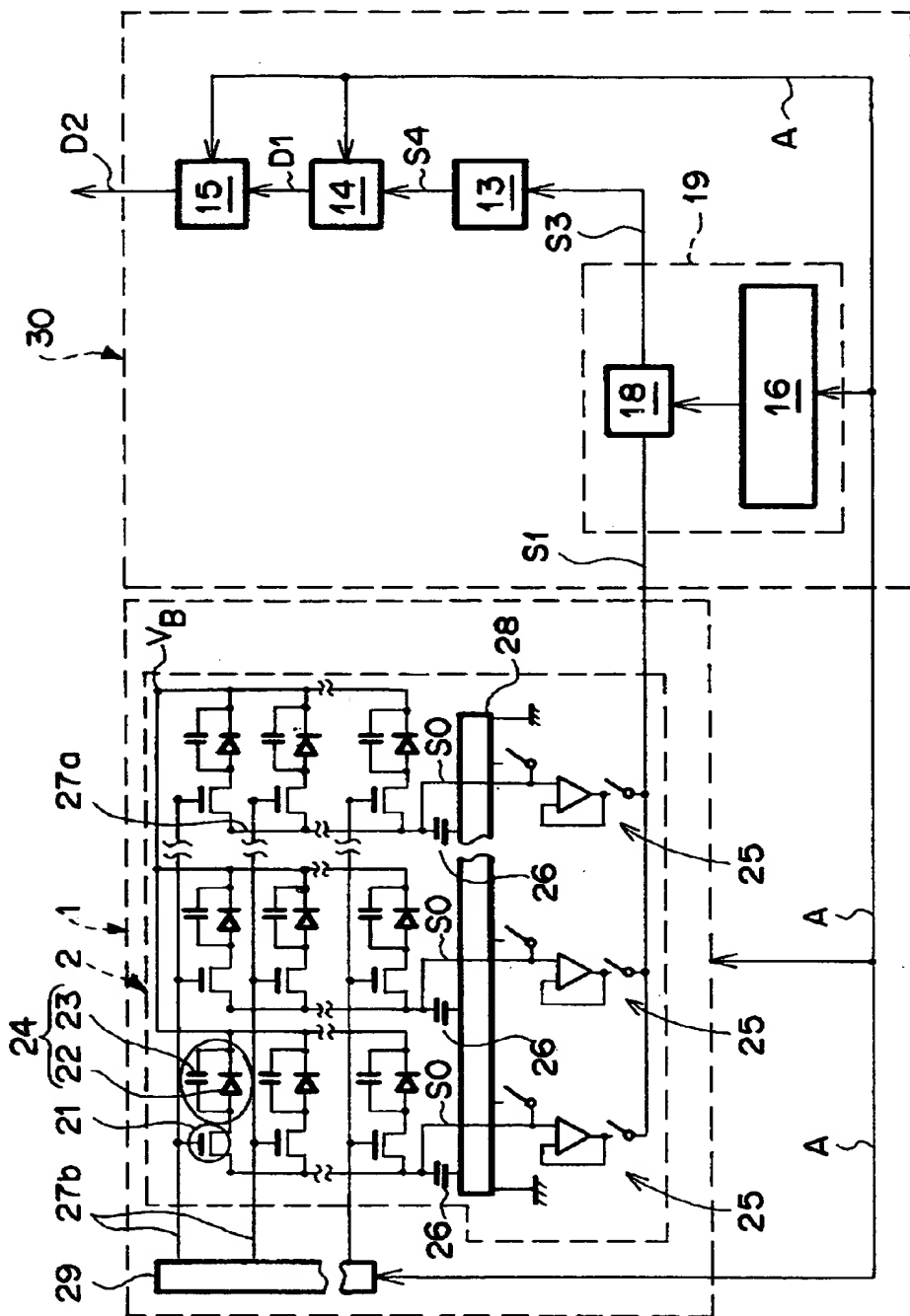
【図 1】



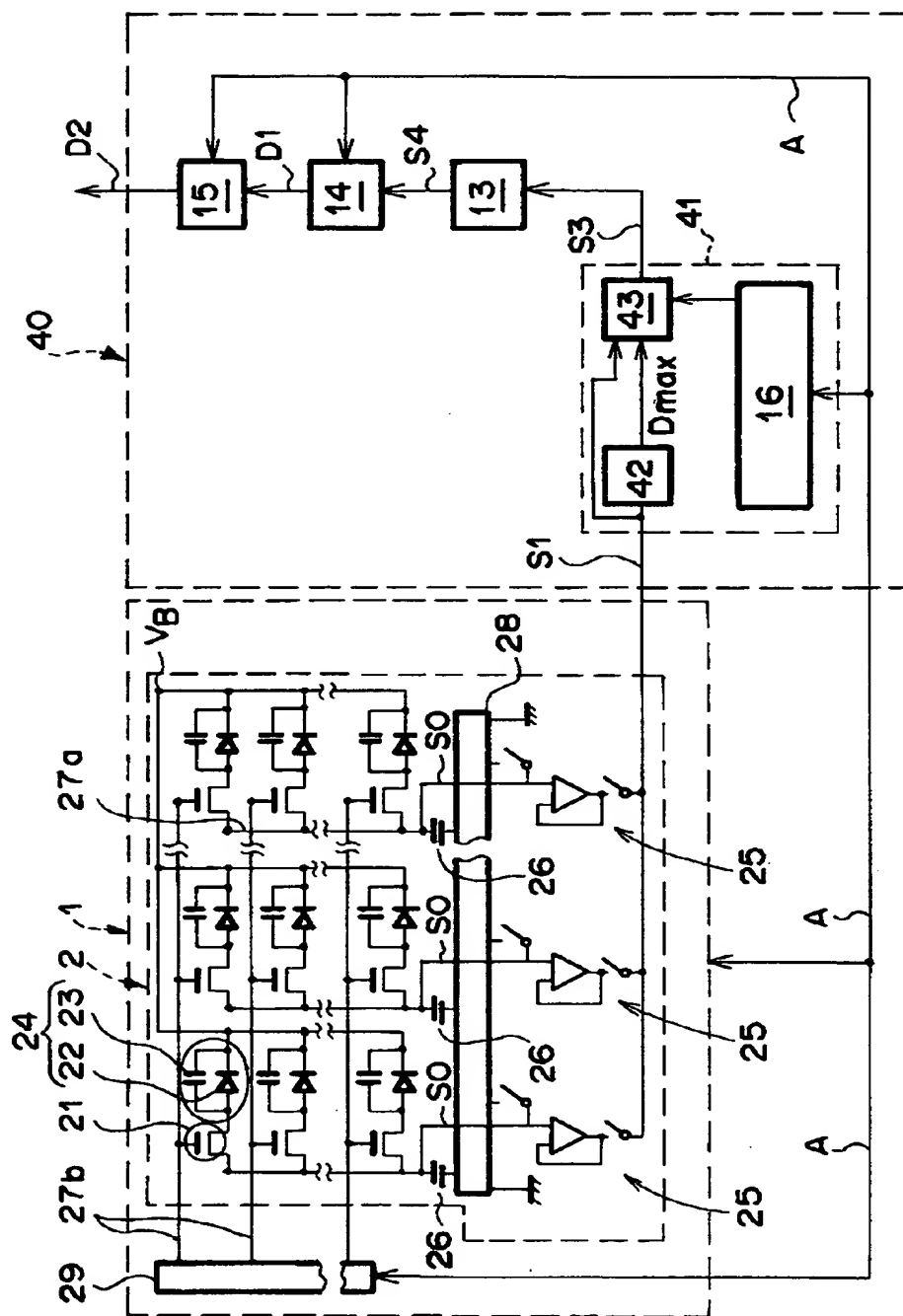
【図 2】



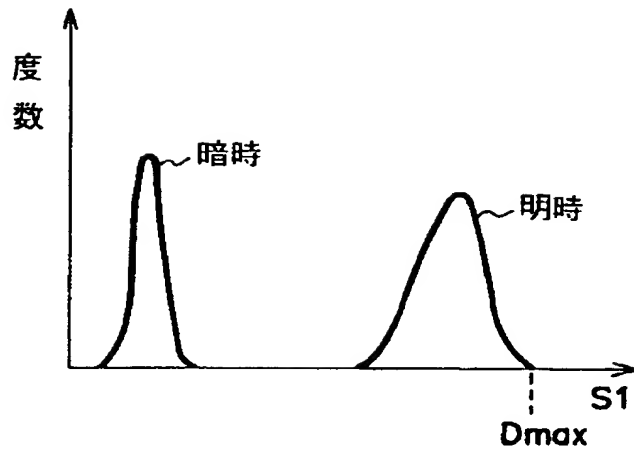
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 放射線固体検出器から読み出された画像信号のバラツキを補正する画像信号補正装置において、画像信号が飽和するような量（最大放射線量）のX線が照射されたときに、補正後の信号にバラツキが生じないようにする。

【解決手段】 検出器1からX線を照射しない状態において画像信号S1を読み出し、この画像信号S1の値をオフセット補正值として補正テーブル16に記憶する。次いで検出器1に最大放射線量のX線を照射して、各画像信号S1の補正後の信号値S3の全てが、補正後の信号値として取り得る最大値となるようなゲイン補正值を求め、補正テーブル16に記憶する。次いで被写体を実際に撮影して画像信号S1を得、オフセット調整手段11、AGCアンプ12において補正テーブル16に記憶されているオフセット補正值とゲイン補正值とに基づいて画像信号S1のオフセットとゲインの補正を行う。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日 1990年 8月14日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県南足柄市中沼210番地
氏 名 富士写真フイルム株式会社